

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11322455

PUBLICATION DATE : 24-11-99

APPLICATION DATE : 14-05-98

APPLICATION NUMBER : 10131749

APPLICANT : TOKUYAMA CORP;

INVENTOR : KAMIYAMA YOSHIHIDE;

INT.CL. : C04B 37/02 B32B 15/04 H05K 3/38 // C04B 41/88

TITLE : CERAMICS/METAL BONDED BODY AND ITS PRODUCTION

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To inexpensively produce a ceramics/metal bonded body high in reliability to cryogenic cycle and excellent in thermal impact resistance.

SOLUTION: This bonded body is formed by laminating a ceramic board and a metal board, wherein an edge face of the metal board is inclined as approaching to side of the ceramic board along to an edge line of the metal board, and further the shape of an end face cut by a vertical plane to the metal board is convex to the side of the ceramic board. The bonded body is prepared by etching the metal board using an etching solution having a liq. viscosity of $\leq 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ after binding the ceramics board to the metal board.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-322455

(43) 公開日 平成11年(1999)11月24日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 0 4 B 37/02

C 0 4 B 37/02

B

B 3 2 B 15/04

B 3 2 B 15/04

B

H 0 5 K 3/38

H 0 5 K 3/38

D

// C 0 4 B 41/88

C 0 4 B 41/88

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-131749

(22) 出願日 平成10年(1998)5月14日

(71) 出願人 000003182

株式会社トクヤマ

山口県徳山市御影町1番1号

(72) 発明者 今井 徹郎

山口県徳山市御影町1番1号 株式会社トクヤマ内

(72) 発明者 前田 昌克

山口県徳山市御影町1番1号 株式会社トクヤマ内

(72) 発明者 神山 美英

山口県徳山市御影町1番1号 株式会社トクヤマ内

(54) 【発明の名称】 セラミックス／金属接合体およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 冷熱サイクルに対する信頼性が高く、耐熱衝撃性に優れた、セラミックス／金属接合体を安価に提供する。

【解決手段】 セラミックス基板と金属板とが積層された接合体であって、金属板の端部において端面が金属板の辺縁へ行くにしたがってセラミックス基板側に近づくように傾斜しており、且つ金属板に垂直な平面で切断した端面の形状がセラミックス基板側に凸である接合体である。また、セラミックス基板と金属板とを接合した後、液粘度 $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ 以下のエッチング液を用いて、金属板をエッチングすることにより、上記接合体を製造する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックス基板と金属板とが積層され接合された接合体であって、セラミックス基板上に形成された金属板の端部において、端面が金属板の辺縁へ行くにしたがってセラミックス基板側へ近づくように傾斜しており、且つ金属板に垂直な平面で切断した端面の形状がセラミックス基板側に凸であることを特徴とするセラミックス／金属接合体。

【請求項2】 セラミックス基板と金属板とを接合した後、金属板に所望のパターンのレジストを塗布し、液粘度が $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ 以下のエッチング液を用いてレジストで被覆されていない部分の金属を除去することを特徴とする請求項1記載のセラミックス／金属接合体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、耐熱衝撃性に優れた高信頼性セラミックス／金属接合体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パワーモジュールの大電力化に伴い、モジュールから発生する熱量も増加の一途を辿り、この熱を放散させるために熱伝導性のよいセラミックス回路基板が多用されるようになってきた。

【0003】このような大電力用セラミックス回路基板は、熱放散性を確保するために、セラミックスには、例えば窒化アルミニウムなど熱伝導性のよいもの、導電部には抵抗を小さくし且つ発生する熱量を抑えるため、例えば肉厚の銅板を用い、これらの接合体をパターニングすることにより製造される。接合方法としては、セラミックスと金属板の間にセラミックスと反応する金属、通称活性金属を添加したロウ材を介在させ、ロウ材の溶融温度以上に加熱し接合する活性金属法（例えば特開昭60-32343号公報）、銅板と表面を酸化処理したセラミックスを銅の融点以下 CuO_2-O 共晶温度以上に加熱して接合する通称DBC法（例えば特開昭59-40404号公報）などが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般に金属とセラミックスの熱膨張率は1桁異なり、このような接合体は、基板を使用している際の熱履歴によってセラミックスにクラックが入りやすく、信頼性の面で問題点が大きかった。

【0005】この点を解決するために、例えば（1）接合層中に熱応力緩和層を挿入する方法（例えば特開昭62-216972号公報）や、（2）接合した金属板の縁部にロウ材をはみ出させそれにより応力緩和する方法（例えば特開平3-261669号公報）、（3）金属板の外周部に薄肉部をつける方法（例えば特開平6-48852号公報）などが提案されている。

【0006】しかし、これらの改良法を用いても、なお

以下のような欠点があることが判明した。

【0007】（1）の方法ではセラミックス上に熱応力緩和層をメタライズする際に多くの工程を要し製造コストが上昇する。

【0008】（2）の方法では、ロウ材はみ出し部分の寸法制御が難しく、また、はみ出し部分に汚れが付着しやすいため基板としての歩留まりが悪く、製造コストが上昇する。また、パターン間の絶縁性もよくない。

【0009】（3）の方法でも、予め斜面や段差をつけたパターンを形成した金属板を用いることから、材料コストが高く、また、接合する際位置ずれが生じやすく歩留まりが低いことから製造コストが上昇する。

【0010】また、接合体の耐熱衝撃性自身も上記の提案で十分に改善されたとはいえず、更に耐熱衝撃性のよい基板が要求されている。このため、接合時や接合体使用時の繰り返し熱衝撃によって生じるセラミックスのクラックをさらに発生しにくく、且つ製造において特別の工程を必要としない低コスト、高耐熱衝撃性セラミックス／金属接合体の登場が待ち望まれていた。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、以上の問題を解決するため、鋭意検討を行った結果、金属板の外周部の形状を更に厳密に規定することにより、より耐熱衝撃性のよい接合体を得ることが出来、また、金属板をエッチングする際に用いるエッチング液の粘度を制御することにより、上記の高耐熱衝撃接合体を簡便に製造することが可能であることを見だし、本発明を完成するに至った。

【0012】即ち、本発明はセラミックス基板と金属板とが積層され接合された接合体であって、セラミックス基板上に形成された金属板の端部において、端面が金属板の辺縁へ行くにしたがってセラミックス基板側へ近づくように傾斜しており、且つ金属板に垂直な平面で切断した端面の形状がセラミックス基板側に凸であることを特徴とする接合体であり、またセラミックス基板と金属板とを接合した後、金属板上に所望のパターンでレジストを塗布し、液粘度が $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ 以下のエッチング液を用いてレジストで被覆されていない部分の金属を除去することを特徴とするセラミックスと金属との接合体の製造方法である。

【0013】

【発明の実施の形態】次に本発明について詳細に説明する。第1図（パターン面）、第2図（ヒートシンク面）は本発明で得られる接合体の平面図の一事例、第3図は本発明で得られる接合体断面図の一事例である。一般にセラミックス／金属接合体は回路として使用するパターン面と回路を冷却するためのヒートシンク面を有するが、本発明においては、該接合体の両面がパターン面もしくはヒートシンク面であっても何ら差し支えない。

【0014】なお、第1図において1は接合された金属

板、2はセラミックス基板である。

【0015】本発明において、セラミックス基板は特に限定されず、公知のアルミナ基板、窒化アルミニウム基板、窒化珪素基板などを例示することが出来る。この中でも窒化アルミニウム基板は熱伝導率が高く放熱性に優れるため、電子回路用の基板として好ましい。

【0016】金属板については、銅、銀、アルミニウムまたはそれらにメッキ、スパッタ等の表面処理を施したものを特に限定なく用いることが可能である。その中でも銅板、アルミニウム板は、回路基板として用いる際の電気抵抗の低さから好ましい。とりわけ該金属板の厚みが $100\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ のものが電気抵抗、放熱性の面から好んで採用され、更に厚み $300\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$ の金属板については、電気抵抗、放熱性の他、本発明の効果により顕著に確認できるので好適である。

【0017】本発明におけるセラミックス基板と金属板とが積層され接合された接合体において、該セラミックス基板と該金属板との接合方法については、一般的に用いられている接合方法を何ら制限なく用いることが出来る。例えば、前記した活性金属法、DBC法や溶融アルミニウムとセラミックス基板とを直接接合させた後冷却し、金属とセラミックスの接合体を得るいわゆるSQ法（例えば特開平7-193358号公報）など、如何なる接合方法を用いても何ら差し支えない。

【0018】また、本発明での接合体において、金属板がセラミックス基板からはみ出すと、その部位での応力緩和効果が無くなり、セラミックス基板にかかる金属板の応力が残留するため好ましくない。従って、本発明においては、金属板の全辺縁がセラミックス基板上に存在していることが好ましい。

【0019】本発明の接合体は、接合された金属板の端部が、図3に示すように該金属板端面が辺縁へ行くにしたがってセラミックス基板側へ近づくように傾斜し、且つ金属板に垂直な平面で切断した端面の形状がセラミックス基板側に凸であることを特徴とする。金属板に垂直な平面で切断した端面の形状がセラミックス基板側に凸ではなく、セラミックス基板側に凹であったり、図3に示す線分ABのように一直線であった場合、金属板の厚みを漸減させ応力を減少させるという所期の効果が減少したり、逆に応力が増加したりして、耐熱衝撃性が向上しない。

【0020】金属板に垂直な平面で切断した端面の形状は、セラミックス基板側に凸であればよいが、耐熱衝撃性のより一層の向上を図るためには、下記の式(1)または(2)を満足することが好ましく、特に、式(1)及び(2)を同時に満足することが好ましい。

$$【0021】2b > a \cdots (1)$$

$$3(a^2 + b^2) > c^2 > a^2 + b^2 \cdots (2)$$

〔aは金属板の厚み、bは斜面部分をセラミックス／金属接合面に投影したときの長さ（以下後退幅と称す）、

cは斜面の長さ（以下斜辺と称す）を指す。〕

本発明で提供される斜面付きの接合体が、斜面の形成により耐熱衝撃性が向上する理由は未だ十分に解明されていないが、斜面がない場合に金属板の下端部、図3中のA点に集中する金属板とセラミックス基板との熱膨張差に起因する応力が、斜面が形成されることにより、形成された斜面直下の広い範囲に分散されるため耐熱衝撃性が向上するものと考えられる。

【0022】斜辺cの形状は、図3に示すような滑らかな円弧状の曲線を描く必要はなく、折れ線状、階段状またはでこぼこ状等であっても良く、斜辺cを曲線で近似した場合の形状がセラミックス基板側に凸であれば何ら差し支えない。

【0023】一般に、加熱して接合されてなる接合体の熱応力は、セラミックス基板の熱膨張率と金属板の熱膨張率の差に起因し、この熱応力の大きさは接合された金属板の厚みに比例する。また、その応力は端部に集中しやすいため、その応力を分散させるためには金属板の斜面の後退幅bもその厚みに応じて加減することが好ましい。

【0024】この後退幅bが少なくとも金属板の厚みaの $1/2$ よりも大きければ、即ち式(1)を満たせば応力が十分分散され、熱応力緩和による耐熱衝撃性向上の効果がより顕著に発現する。

【0025】また、熱応力はより均一に分散せしめた方が好ましい。すなわち、図3中のA点に集中する応力をより分散せしめるためには、特にA点近傍の応力を積極的に緩和してやればよい。そのためには、金属板の端面の形状を接合面に向かって凸な形状とする必要がある。好ましくは、金属板の厚みa、後退幅b及び斜辺cが式(2)を満たすような範囲であればA点に集中する応力をより分散させることが出来、耐熱衝撃性向上の効果がより顕著になる。式(1)及び(2)を同時に満足する場合、耐熱衝撃性向上の効果はより一層顕著に発現する。

【0026】また、一般的に、セラミックス／金属接合体は、金属パターンを有する場合が多い。パターンの形成方法は、まずセラミックスと金属を接合することでセラミックス／金属接合体を形成し、その後、金属表面にエッチングレジストを塗布し不要部分の金属をエッチングによって除去するいわゆるエッチング法が一般的である。この中でも、金属とセラミックスを所望のパターンと同じロウ材パターンで接合した後、該所望のパターンと同じパターンでエッチングレジストを金属板上に塗布し、接合部以外の不要部の金属板をエッチング除去する方法（例えば特開平3-101153号公報）が、工程も短く、基板にかかる応力も基板全体を接合するものに比べて小さくなるためより好適である。

【0027】本発明者らはこのエッチング法において、用いるエッチング液の粘度を制御することにより、この

エッチング法の工程を何ら変更することなく上記のような、金属板外周部に斜面をもった接合体を得ることができることを見出した。すなわち、エッチング液の粘度を $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ 以下に制御することにより、エッチング法の工程を何ら変えることなく本発明のような接合体を得られることを見出した。つまり、エッチング液の粘度を $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ 以下、好ましくは $6 \cdot 0 \sim 9 \cdot 0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ の範囲に制御してエッチングを行えば、セラミックス基板側に凸な金属板の端面を持つ接合体を安定して製造することが出来る。エッチング液の粘度が $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ より大きい場合、金属板の端部の形状がセラミックス基板側に凸である斜面を持つ接合体を製造することはできない。

【0028】ここでエッチング液の粘度は、実際にエッチングが行われる温度（以下エッチング作動温度と称す）においてのものである。エッチング作動温度は、用いるエッチング液の種類によって異なる為、一概には限定できないが、硫酸-過酸化水素系のエッチング液の場合、 $30 \sim 45^\circ\text{C}$ の条件で用いることが過酸化水素の分解を抑制し、エッチングを速やかに行うために好ましい。また、本発明における液粘度とは公知のキャピラリ自由落下法（JIS Z 8803号）に準じて測定した値である。キャピラリ自由落下法とは、キャノンフェスケ型粘度計を用いた測定方法であり、実際の測定値はエッチング作動温度に設定した恒温槽中にて測定したときの値である。

【0029】本発明において、エッチング液については粘度が $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ 以下であり、金属板を溶解し且つ極端にセラミックス基板にダメージを与えないものであれば公知のもの全てを用いることができる。その中でも金属の溶解反応において泡の発生を伴うエッチング液は、金属板の広さ方向のエッチングの速度が速いため、本発明の接合体を得るのに好ましく、特に金属板が銅板である場合、硫酸-過酸化水素系のエッチング液は銅の溶解速度が速く、粘度を $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ 以下に制御することも容易であるため好適に用いることができる。

【0030】また、エッチング方法は、浸漬法、スプレー法等特に限定されない。しかし、パターンの精度や厚い金属板を溶解するためにはスプレーを吹き付けるスプレー法が好適である。この際のスプレーの圧力等は本発明においては特に制限なく用いることができるが、一般には $0.5 \sim 2.5 \text{ kgf/cm}^2$ 程度の圧力で用いられる。

【0031】以上、本発明の接合体は、耐熱衝撃性に優れる。また、本発明の製造方法によれば、接合した金属板端部において十分な後退幅を確保し且つセラミックス基板側に対して凸な形状を作るために行う操作は、エッチング液の選択、粘度の制御だけであり、公知の他の高耐熱衝撃性基板製造法のようなコストアップ要因は存在

しない。

【0032】

【発明の効果】本発明の接合体は、耐熱衝撃性に非常に優れる。その結果、高信頼性が要求される大電流、高電圧モジュール用基板としてさらに好適な接合体を提供することが出来る。

【0033】また、本発明の製造方法によれば、公知の製造方法に対して、エッチング液の粘度制御を加えるだけでよく、特に新しい工程を導入する必要もなく、工程も容易なため、寸法精度の高い高耐熱衝撃性接合体をより安価に得ることが出来る。

【0034】

【実施例】以下、実施例と比較例を挙げて、本発明をより詳細に説明する。

【0035】実施例1

基板サイズ $54 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$ 、厚み 0.635 mm の市販の窒化アルミニウム基板に活性金属入りの銀-銅ロウ材ペーストをスクリーン印刷法で表面を図1に示すパターンに、裏面を図2に示すパターンになるように塗布し、乾燥、脱脂処理を行った。この塗布体の両面に、基板と同一の形状をもった厚さ 0.30 mm 及び 0.20 mm の無酸素銅を密着させ、真空中 850°C にて加熱し、窒化アルミ/銅接合体を得た。この際、 0.30 mm の銅板側を表面（パターン面）、 0.20 mm の銅板側を裏面（ヒートシンク面）とした。

【0036】この接合体の銅板上に、図1、図2に示したパターンより 0.30 mm 大きいパターンの耐酸レジストをスクリーン印刷法で塗布したのち、硫酸 12 重量%、過酸化水素 9 重量%含む 40°C のエッチング液（ 40°C にて液粘度 $0.84 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ ）を表面 2.0 kgf/cm^2 、裏面 2.0 kgf/cm^2 のスプレーで吹き付け不要部の銅を溶解、除去した。このようにして得られた接合体のパターン面側のb寸法は 0.20 mm で、c寸法は 0.40 mm であった。また、金属板の端面の形状は、セラミック基板側に凸であった。

【0037】更に、この接合体の金属板の表面に厚み $3 \mu\text{m}$ の無電解Ni-Pメッキを施した。

【0038】この接合体の接合状態を超音波探傷機で観察したところ、きわめて良好であり、耐熱衝撃性に影響が出る可能性のあるボイド等は観察されなかった。

【0039】このように作製した接合体5枚について昇温速度 40°C/min 、最高温度 400°C 、最高温度保持時間 10 min の条件で、窒素中にて加熱する、いわゆる耐熱衝撃試験を行った。耐熱衝撃試験後、基板へのクラック発生の有無を 40 倍の実体顕微鏡にて確認し、クラックの生じないものについては、同様の試験を繰り返し、クラックが発生するまでの回数を調べたところ、平均で6回目にクラックの発生が認められた。なお、すべてのクラックはパターン面側に発生していた。結果を表1にまとめた。

【0040】

【表1】

	金属板厚み a (mm)	後退幅 b (mm)	斜辺 c (mm)	クラック発 生耐熱衝撃 試験回数	金属板の 端面形状
実施例1	0.30	0.20	0.40	6	凸
実施例2	0.30	0.20	0.40	5	凸
比較例1	0.30	0.03	0.30	2	直線
比較例2	0.30	0.03	0.30	3	直線
比較例3	0.30	0.20	0.36	3	直線
比較例4	0.30	0.15	0.50	1	凹

【0041】実施例2

実施例1において、活性金属入りの銀-銅ロウ材ペーストをセラミックス基板全面に塗布し、後の工程は実施例1と同様の方法で銅板との接合、不要部の銅の溶解除去を行った。この場合、不要部に塗布したロウ剤層及び活性金属と窒化アルミニウム基板との反応層は除去しきれないので、更に、アンモニアと過酸化水素を含むエッチング液に該接合体を浸漬せしめて、ロウ材層及び反応層を除去した。このようにして得られた接合体のパターン面側のb寸法は0.20mmで、c寸法は0.40mmであった。また、金属板の端面の形状は、セラミック基板側に凸であった。その後同様に銅表面にNi-P無電解メッキを施した。

【0042】この接合体の接合状態を超音波探傷機で観察したところ、きわめて良好であり、耐熱衝撃性に影響が出る可能性のあるボイド等は観察されなかった。

【0043】このように作製した接合体について、実施例1と同様に耐熱衝撃試験を行ったところ、平均で5回目にクラックの発生が認められた。また、すべてのクラックはパターン面側に発生していた。結果を表1にまとめた。

【0044】比較例1

エッチング液として38ボーマの塩化第2鉄液(40℃にて液粘度 $3.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$)を用いた以外は実施例1と同様の方法でパターンを形成した接合体を得た。得られた接合体のパターン面側のb寸法は0.03mm、c寸法は0.30mmであった。また、金属板の端面の形状は、図3に示す線分ABと一致していた。この場合の接合状態も極めて良好であった。

【0045】このように作製した接合体について、実施例1と同様に耐熱衝撃試験を行ったところ、平均で2回目にクラックの発生が認められた。また、すべてのクラックはパターン面側に発生していた。結果を表1にまとめた。

【0046】比較例2

図1、図2に示したパターンより0.5mm小さいパターンの耐酸レジストを銅板上に塗布し、エッチング液として38ボーマの塩化第2鉄液(40℃にて液粘度 $3.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$)を用いた以外は実施例1と同様の方法でパターンを形成した接合体を得た。この際、塩化

第2鉄で溶解しきれないロウ材が銅のパターンの周囲に幅0.50mmにわたり残った。得られた接合体のパターン面側のb寸法は0.03mm、c寸法は0.30mmであった。また、金属板の端面の形状は、図3に示す線分ABと一致していた。この場合の接合状態も極めて良好であった。

【0047】このように作製した基板について、実施例1と同様に耐熱衝撃試験を行ったところ、平均で3回目にクラックの発生が認められた。また、すべてのクラックはパターン面側に発生していた。結果を表1にまとめた。

【0048】比較例3

実施例1と同じセラミックス基板を用い、活性金属入りのロウ材ペーストをセラミックス基板全面に塗布した後、パターン面側の銅板についてb寸法0.20mm、c寸法0.36mmのもの(金属板の端面の形状を直線状としたもの)を用いて実施例1と同様の工程で接合を行った。その後、該接合した銅板の周囲に残った不要のロウ材を、アンモニアと過酸化水素を含む溶液に浸漬せしめて除去し、パターンを形成した接合体を得た。

【0049】このようにして得られた接合体の金属板の端面の形状は、図3に示す線分ABと一致していた。その後実施例1と同様に銅表面にNi-P無電解メッキを施した。

【0050】このように作製した接合体について、実施例1と同様に耐熱衝撃試験を行ったところ、平均で3回目にクラックの発生が認められた。また、すべてのクラックはパターン面側に発生していた。結果を表1にまとめた。

【0051】比較例4

実施例1と同じセラミックス基板を用い、活性金属入りのロウ材ペーストをセラミックス基板全面に塗布した後、パターン面側の銅板についてb寸法0.15mm、c寸法0.50mmのもの(金属板の端面の形状をセラミックス基板側に凹状としたもの)を用いて実施例1と同様の工程で接合を行った。その後、該接合した銅板の周囲に残った不要のロウ材を、アンモニアと過酸化水素を含む溶液に浸漬せしめて、除去し、パターンを形成した接合体を得た。このようにして得られた接合体の金属板の端面の形状はセラミックス基板側に凹な形状であつ

た。その後実施例1と同様に銅表面にNi-P無電解メッキを施した。

【0052】このように作製した接合体について、実施例1と同様に耐熱衝撃試験を行ったところ、平均で1回目にクラックの発生が認められた。また、すべてのクラックはパターン面側に発生していた。結果を表1にまとめた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、実施例及び比較例におけるセラミックス／金属接合体の平面図（パターン面）である。

【図2】図2は、実施例及び比較例におけるセラミックス／金属接合体の平面図（ヒートシンク面）である。

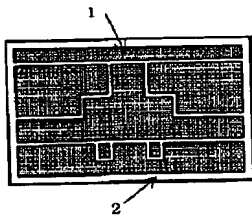
【図3】本発明の一実施例におけるセラミックス／金属接合体端部の断面図である。

【符号の説明】

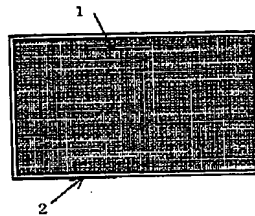
1・・・金属板

2・・・セラミックス基板

【図1】



【図2】



【図3】

